

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0014782
Application Number

출원년월일 : 2003년 03월 10일
Date of Application MAR 10, 2003

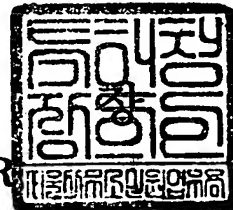
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 08 월 05 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.03.10
【발명의 명칭】	메쉬 게이트를 구비한 삼극형 전계 방출 소자 및 그를 이용한 전계 방출 디스플레이
【발명의 영문명칭】	TRIODE FIELD EMISSION DEVICE HAVING MESH GATE AND FIELD EMISSION DISPLAY USING THE SAME
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황치선
【성명의 영문표기】	HWANG, Chi Sun
【주민등록번호】	691222-1402916
【우편번호】	306-062
【주소】	대전광역시 대덕구 법2동 191-1 보람아파트 113-108
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송윤호
【성명의 영문표기】	SONG, Yoon Ho
【주민등록번호】	631001-1803112
【우편번호】	302-230
【주소】	대전광역시 서구 정림동 640 우성아파트 127-405
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김봉철
【성명의 영문표기】	KIM, Bong Chul



【주민등록번호】	650101-1772712
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 208-4번지 203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정중희
【성명의 영문표기】	CHUNG, Choong Heui
【주민등록번호】	741213-1639318
【우편번호】	302-740
【주소】	대전광역시 서구 만년동 1-1 초원아파트 106-209
【국적】	KR
【우선권주장】	
【출원국명】	KR
【출원종류】	특허
【출원번호】	10-2002-0078885
【출원일자】	2002.12.11
【증명서류】	첨부
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 특허법인 신성 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	9 면 9,000 원
【우선권주장료】	1 건 26,000 원
【심사청구료】	7 항 333,000 원
【합계】	397,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	211,500 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 전계 방출 소자에 관한 것으로, 특히 메쉬 게이트를 구비한 삼극형 전계 방출 소자에 관한 것이다. 본 발명은 탄소나노튜브를 이용하되, 구동 전압의 증가를 방지하면서 누설 전류 특성 및 전자빔의 집속도를 확보할 수 있는 삼극형 전계 방출 소자 및 그를 이용한 전계 방출 디스플레이를 제공하는데 그 목적이 있다. 탄소나노튜브를 이용한 전계 방출 소자의 경우, 동작 전압을 낮게 가져가기 위해서는 삼극형 전극 구조를 적용해야 한다. 이때 추출 전극이 전자 방출원에 대하여 어떠한 구조를 가지는 지에 따라 동작 특성이 크게 달라진다. 본 발명에서는 추출 전극이 그 상부에 제공되며, 탄소나노튜브 혼합물 어레이의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하되, 구멍 상단부의 크기가 하단부의 크기보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판을 이용하여 방출된 전자빔의 집속도를 크게 높이고, 누설 전류를 억제한다. 한편, 본 발명은 보조 전극을 추가하거나 각 전극의 형태를 최적화하여 전자빔의 집속도 및 누설 전류 특성을 최적화할 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

삼극형 전계 방출 소자, 탄소나노튜브, 메쉬 게이트 판, 구멍, 전자빔 집속

【명세서】

【발명의 명칭】

메쉬 게이트를 구비한 삼극형 전계 방출 소자 및 그를 이용한 전계 방출 디스플레이{TRIODE FIELD EMISSION DEVICE HAVING MESH GATE AND FIELD EMISSION DISPLAY USING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래기술에 따른 스피트형(Spindt Type) 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 2는 종래기술에 따른 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 3은 다른 종래기술에 따른 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 5a 내지 도 5i는 각각 메쉬 게이트 판의 구조에 따른 전자 방출 특성을 나타낸 도면.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

403 : 메쉬 게이트 판

404 : 추출 전극

405 : 탄소나노튜브 혼합물



【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <10> 본 발명은 전계 방출 소자에 관한 것으로, 특히 메쉬 게이트를 구비한 삼극형 전계 방출 소자에 관한 것이다.
- <11> 전계 방출 디스플레이(Field Emission Display, FED)는 CRT, LCD 등의 장점을 모두 갖춘 디스플레이로 주목을 받으며 연구 개발이 활발히 진행되고 있는 차세대 디스플레이이다. 전계 방출 디스플레이에는 전계 방출 소자가 사용되는데, 전계 방출 소자는 미세팁으로부터 전자들이 전계장 방출되는 원리를 이용한 것으로, 그 중에서도 삼극형 전계 방출 소자가 가장 널리 사용되고 있다. 한편, 삼극형 전계 방출 소자는 FED 뿐만 아니라, 전자총, 증폭기 등에 응용되고 있다.
- <12> FED의 기본 이론은 진공 마이크로일렉트로닉스에 바탕을 두고 있다. 진공 마이크로일렉트로닉스의 최대 장점은 기존 진공관 소자와 달리 진공 속에서 전자가 전계 방출된다는 것이다. 이러한 이론에 근거하여 미국의 스피트(Spindt) 박사가 미세한 금속팁을 사용할 경우 전계 방출이 크게 향상된다는 스피트 캐소드 이론을 발견하여 FED의 기초 이론이 완성되었다.
- <13> FED는 음극판 패널과 양극판 패널로 구성되어 있는데, 기본적으로 음극판에서 방출된 전자가 양극판의 형광체에 부딪혀 영상을 나타내도록 한다. FED의 음극판 패널은 전자를 방출하는 마이크로 팁(Field Emitter Array, FEA)으로 구성되어 있고 양극판 패널은 형광체가 도포되어 사람이 볼 수 있는 영상을 제공한다.

- <14> 도 1은 종래기술에 따른 스피트형(Spindt Type) 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도이다.
- <15> 도 1을 참조하면, 종래의 스피트형 삼극형 전계 방출 소자는, 절연성 기판(101) 상에 차례로 적층된 하부 전극(캐소드)(102) 및 저항층(103)과, 저항층(103) 상에 차례로 적층되며 다수의 홀을 구비하는 절연막(104) 및 추출 전극(105)과, 절연막(104) 및 추출 전극(게이트)(105)에 형성된 다수의 홀 내에 배치된 팁(106)으로 구성된 음극판 패널을 구비한다. 또한, 종래의 스피트형 삼극형 전계 방출 소자를 이용한 FED는 상부 전극(아노드)(108) 및 투명 기판(109)으로 이루어진 양극판 패널을 구비한다. 양극판 패널과 음극판 패널은 스페이서(107)를 매개로 하여 일정 간격으로 이격되어 있으며, 이러한 삼극형 전계 방출 소자를 FED에 응용할 경우, 상부 전극(108)의 표면에는 형광 물질이 도포된다.
- <16> 이러한 종래의 스피트형 삼극형 전계 방출 소자는 절연막(104)에 작은 크기($1\mu\text{m}$ 이하)의 홀을 형성하고, 그 위에 희생 분리막(도시되지 않음)을 형성한 후에 전자빔 증착법을 이용하여 자기정렬 방식으로 팁(106)을 형성하는 공정을 이용하여 제조하고 있다. 이 경우, 공정시 미세 패턴을 형성해야 하는 어려움이 따르며, 전자빔 증착법을 통한 자기정렬 방식을 사용하기 때문에 대면적을 지향하는 FED의 응용에 어려움이 따른다.
- <17> 이에 따라 좀더 쉬운 공정으로 대면적의 FED를 제작하기 위한 노력이 있어 왔고, 이에 가장 적합한 물질로 대두되고 있는 것이 탄소나노튜브이다. 탄소나노튜브는 mm 급 이하의 매우 작은 지름을 가지고 있는 반면, 길이가 μm 급으로 길기 때문에 전자 방출원으로는 매우 적합한 구조를 가지고 있다.
- <18> 도 2는 종래기술에 따른 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도이다.

- <19> 도 2를 참조하면, 종래의 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자는, 절연성 기판(201), 하부 전극(캐소드)(202), 저항층(203), 절연막(204), 추출 전극(게이트)(205), 탄소나노튜브 혼합물(206), 스페이서(207), 상부 전극(아노드)(208), 투명 기판(209)으로 구성된다. 즉, 상기 도 1에 도시된 전계 방출 소자와 비교할 때, 팁(106)이 탄소나노튜브 혼합물(206)로 대체된 점이 다를 뿐, 나머지 구성은 동일하다.
- <20> 이러한 종래의 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자는 탄소나노튜브를 바인더 물질과 혼합하여 미리 형성된 홀 내부에 바르는 공정을 이용하여 제조하고 있다. 그런데, 실제로 탄소나노튜브를 전계에 의한 전자 방출원으로 이용할 경우, 구동 전압을 낮게 하기 위해서는 삼극형 전극 구조를 가져야 하는 바, 앞서 도 1에 도시된 스피트형 팁에 비해서 자기정렬 방식으로 추출 전극을 형성하는 것이 어려운 문제점이 따른다.
- <21> 또한, 종래의 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자는 탄소나노튜브로부터 방출된 전자들이 추출 전극(205)으로 흘러들어 누설 전류를 형성하는 경우가 많이 발생한다. 또한 방출된 전자빔이 상부 전극(208)에 도착할 때 방출 순간에 비하여 넓게 퍼지는 현상이 발생하게 된다. 이러한 현상들은 전계 방출 소자의 특성을 저해하며 특히, FED에의 응용시에 큰 문제를 유발할 수 있다.
- <22> 도 3은 다른 종래기술에 따른 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도이다.
- <23> 도 3을 참조하면, 도시된 전계 방출 소자는, 절연성 기판(301), 추출 전극(게이트)(302), 절연막(303), 하부 전극(캐소드)(304), 탄소나노튜브 혼합물(305), 스페이서(306), 상부 전극(아노드)(307), 투명 기판(308)으로 구성된다. 즉, 상기 도 2에 도시된 전계 방출 소자와 비교할 때, 양극판 패널 쪽은 변화가 없으나, 음극판 패널 쪽에서 전극의 위치

가 바뀌었다. 음극판의 구성을 살펴보면, 절연성 기판(301) 상에 추출 전극(302) 및 절연막(303)이 제공되고, 절연막(303) 상부에 하부 전극(304)이 배치되며, 하부 전극(304) 상에 탄소나노튜브 혼합물(305)이 제공된다.

- <24> 도시된 전계 방출 소자는 추출 전극(302)이 탄소나노튜브 혼합물(305)의 하부에 위치하고 있다. 이 경우, 탄소나노튜브에서 방출된 전자가 추출 전극(302)에 홀러드는 현상은 방지할 수 있지만, 실제 구동에 있어서 온/오프(On/Off) 상태의 차이가 크지 않게 되고, 상기 도 2에서 도시된 전계 방출 소자에 비해 구동 전압이 커지는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <25> 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 탄소나노튜브를 이용하되, 구동 전압의 증가를 방지하면서 누설 전류 특성 및 전자빔의 집속도를 확보할 수 있는 삼극형 전계 방출 소자 및 그를 이용한 전계 방출 디스플레이를 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <26> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자에 있어서, 절연성 기판 상에 제공되는 하부 전극; 상기 도전층 상에 제공되는 탄소나노튜브 혼합물 어레이; 상기 탄소나노튜브 혼합물 어레이의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하며, 상기 구멍 상단부의 크기가 하단부의 크기보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판; 상기 절연성 메쉬 게이트 판 상에 제공되는 추출 전극; 상기 추출 전극과 일정 간격

만큼 이격되어 제공되는 상부 전극; 및 상기 추출 전극과 상기 상부 전극 사이에 제공되는 제1 스페이서를 구비하는 삼극형 전계 방출 소자가 제공된다.

<27> 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 전계 방출 디스플레이에 있어서, 절연성 기판; 상기 절연성 기판 상에 제공되는 하부 전극; 상기 도전층 상에 제공되는 탄소나노튜브 혼합물 어레이; 상기 탄소나노튜브 혼합물 어레이의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하며, 상기 구멍 상단부의 크기가 하단부의 크기보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판; 상기 절연성 메쉬 게이트 판 상에 제공되는 추출 전극; 상기 추출 전극과 일정 간격만큼 이격되어 제공되는 상부 전극; 상기 추출 전극과 상기 상부 전극 사이에 제공되는 스페이서; 상기 상부 전극 표면에 제공되는 형광 물질; 및 상기 상부 전극 상부에 제공되는 투명 기판을 구비하는 전계 방출 디스플레이가 제공된다.

<28> 탄소나노튜브를 이용한 전계 방출 소자의 경우, 동작 전압을 낮게 가져가기 위해서는 삼극형 전극 구조를 적용해야 한다. 이때 추출 전극이 전자 방출원에 대하여 어떠한 구조를 가지는 지에 따라 동작 특성이 크게 달라진다. 본 발명에서는 추출 전극이 그 상부에 제공되며, 탄소나노튜브 혼합물 어레이의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하되, 구멍 상단부의 크기가 하단부의 크기보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판을 이용하여 방출된 전자빔의 집속도를 크게 높이고, 누설 전류를 억제한다. 한편, 본 발명은 보조 전극을 추가하거나 각 전극의 형태를 최적화하여 전자빔의 집속도 및 누설 전류 특성을 최적화할 수 있다.

<29> 이하, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 보다 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예를 소개하기로 한다.

- <30> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도이다.
- <31> 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자는, 절연성 기판(401) 상에 제공되는 하부 전극(캐소드)(402)과, 하부 전극(402) 상에 일정 간격의 격자 형태로 제공되는 탄소나노튜브 혼합물(405)과, 탄소나노튜브 혼합물(405)의 위치에 대응하는 다수의 구멍을 구비하며, 그 구멍 상단의 지름이 하단의 지름보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판(403)과, 메쉬 게이트 판(403) 상부면에 제공되는 추출 전극(게이트)(404)와, 추출 전극(404) 상에 수직 방향으로 제공되는 스페이서(406)와, 스페이서(406)를 매개로 하여 음극판 패널과 소정 간격 이격되어 제공되는 양극판 패널을 구비한다. 양극판 패널에는 상부 전극(아노드 전극)(407)과 그 상부에 제공되는 투명 기판(408)이 구비되며, FED에의 응용시 상부 전극(407) 표면에는 형광 물질이 도포된다.
- <32> 이하, 상기와 같은 본 실시예에 따른 삼극형 전계 방출 소자 제조 과정을 간략히 살펴본다.
- <33> 우선, 절연체 또는 유리로 구성된 절연성 기판(401) 위에 전도체 또는 금속으로 이루어진 하부 전극(402)을 형성한다. 그 위에 탄소나노튜브와 바인더가 혼합되어 있는 탄소나노튜브 혼합물(405)을 스크린 프린트 등의 방법으로 형성한다.
- <34> 그리고, 절연체 혹은 수백 μm 두께의 유리판으로 이루어지며, 탄소나노튜브 혼합물(405)이 놓여진 위치에 구멍이 형성되어 있는 메쉬 게이트 판(403)을 준비한다. 이때, 메쉬 게이트 판(403)에 형성된 구멍은 그 상단의 지름이 하단의 지름에 비해서 작은 형태가 되도록 한다.

- <35> 이어서, 메쉬 게이트 판(403) 상에 전도체 혹은 금속 박막(404)을 증착하여 추출 전극(404)으로 이용한다. 추출 전극(404)은 메쉬 게이트 판(403) 상에 형성되기 때문에 추출 전극(404) 역시 메쉬 형태를 나타낸다.
- <36> 다음으로, 추출 전극(404)이 형성된 메쉬 게이트 판(403)을 탄소나노튜브 혼합물(405)이 형성되어 있는 캐소드 전극(402) 상에 메쉬 게이트 판(403)의 구멍과 탄소나노튜브 혼합물(405)이 정렬이 되도록 위치시킨다.
- <37> 계속하여, 추출 전극(404) 상에 진공 실링 작업을 위한 스페이서(406)를 설치하고, 그 표면에 형광 물질이 형성되어 있는 상부 전극(아노드)(407)과, 투명 절연체 또는 유리로 이루어진 투명 기관(408)을 스페이서(406) 상부에 얹고 진공 실링을 실시한다.
- <38> FED를 제작하는 경우에는 상부 전극(407) 표면에 형광 물질을 도포하는 단계를 추가한다. 이렇게 제작된 FED의 하부 전극(402)에 낮은 전압 혹은 접지 전압을 연결하고, 추출 전극(404)에 적당한 전압(100V 이하)을 인가하여 전계를 형성함으로써 탄소나노튜브로부터 전자가 방출되도록 하고, 상부 전극(407)에 높은 전압(수 kV)을 인가하여 방출된 전자를 가속시켜 형광체를 여기시킴으로써 디스플레이가 가능하게 된다.
- <39> 도 5a 내지 도 5i는 각각 메쉬 게이트 판의 구조에 따른 전자 방출 특성을 나타낸 도면이다.
- <40> 우선, 도 5a의 경우는 메쉬 게이트 판에 형성되어 있는 구멍의 윗쪽 지름이 아랫쪽 지름에 비해서 큰 경우(종래기술)이다. 도면에서는 구조를 간략하게 표시하기 위해서 캐소드(501)과 절연체(502), 게이트(추출 전극)(503), 아노드(504)만을 도시하였으며, 이때 형성되는 등전위선(505)을 표시하였다. 위쪽의 도면은 아노드(504)에 의해서 형성되는 전계(Eanode)의 크기

가 게이트(503)에 의해서 형성되는 전계(Egate) 보다 작은 경우이고, 아래쪽의 도면은 그 반대의 경우이다. 도 5를 살펴보면 메쉬 게이트 판의 구멍의 중심부 A에서 방출되는 전자빔과 주변부 B에서 방출되는 전자빔 모두가 많이 퍼지는 형태를 가지는 것을 볼 수 있다. 이것은 등전위선(505)의 형태를 보면 쉽게 설명할 수 있는데, 전자의 방출면인 캐소드(501) 주변에서의 등전위선(505)의 형태가 위로 볼록한 형태를 나타내고 있어 캐소드(501)에서 출발한 전자들이 서로 멀어지는 형태로 진행하게 될 것임을 쉽게 짐작할 수 있다. 특히 주변부 B에서 방출되는 전자의 경우에 그 현상이 더 심화되어 게이트(503)로의 누설 전류에 대한 위험도 상당히 큰 것으로 보인다.

<41> 도 5b의 경우에는 도 5a와는 달리 메쉬 게이트 판(602)에 형성되어 있는 구멍의 윗쪽 지름이 아랫쪽 지름에 비해서 작은 경우이다. 도면에서 등전위선(605)을 살펴보면, 도 5a의 경우에서의 등전위선(505)에 비하여 캐소드(601) 주변에서 위쪽으로 볼록한 정도가 많이 감소한 것을 볼 수 있다. 그 결과, 방출된 전자빔의 퍼지는 정도가 상당히 감소하였으며, 주변부 B에서 방출된 전자빔이 게이트(603)쪽으로 빠져나가는 경향도 상당히 감소하였다. 미설명 도면 부호 '604'는 아노드를 나타낸 것이다.

<42> 이하에서 설명할 도 5c 내지 도 5i는 상기 도 5b에 도시된 메쉬 게이트 판 구멍의 형태를 기본으로 한 변형례를 나타낸 것이다.

<43> 도 5c의 경우에는 도 5b에 비해서 메쉬 게이트 판(702)에 형성되어 있는 구멍의 아랫쪽 지름을 더욱 크게 한 경우이다. 캐소드(701) 주변에서 등전위선(705)이 위로 볼록하게 되는 경향이 더욱 줄어들었으며, 그 결과 방출된 전자빔이 중앙쪽으로 집중되는 효과가 더욱 커지는 것을 확인할 수 있다. 미설명 도면 부호 '703'은 게이트, '704'는 아노드를 각각 나타낸 것이다.

<44> 도 5d는 도 5c와 비교할 때 메쉬 게이트 판(803)의 하부면에 낮은 전압 혹은 접지 전압을 인가하기 위한 보조 전극(802)을 추가로 형성한 경우이다. 앞서의 도 5a, 도 5b, 도 5c에서 살펴 본 바와 같이 전자가 방출되는 지역에서의 등전위선이 어떠한 모양으로 형성되느냐에 따라 전자빔의 집속 정도가 달라지며 누설 전류도 영향을 받는다. 도 5d에서 추가로 도입한 보조 전극(802)은 그러한 등전위선(806)이 좀더 평편한 형태를 가지도록 한다. 전자빔의 형태를 보면 특히 중심부 A에서 방출되는 전자빔의 집속이 잘 되어 있음을 확인할 수 있다. 미설명 도면 부호 '801'은 캐소드, '804'는 게이트, '805'는 아노드를 각각 나타낸 것이다.

<45> 도 5e는 도 5d에서 도입한 메쉬 게이트 판(904)의 하부면에 설치되어 있는 보조 전극(902) 이외에 메쉬 게이트 판(904)의 구멍의 측면에도 낮은 전압 혹은 접지 전압을 인가하기 위한 보조 전극(903)을 설치한 경우이다. 여기서, 메쉬 게이트 판(904)의 하부면에 설치된 보조 전극(902)과 메쉬 게이트 판(904)의 구멍의 측면에 설치된 보조 전극(903)은 상호 연결되어 동일한 전압을 인가 받을 수 있으며, 별도의 전압을 인가 받을 수도 있다. 등전위선(907)을 살펴보면, 전계의 크기 변화와 상관없이 구멍 내부에서 항상 아래로 볼록한 형태의 등전위선이 유지되고 있는 것을 볼 수 있다. 그 결과 주변부 B에서 방출된 전자빔의 경우에도 매우 잘 집속됨을 확인할 수 있으며, 특히 게이트(905)로의 누설 전류가 거의 발생하지 않을 것으로 예상된다. 그러나, 이 경우에 구멍 내부에서 보조 전극(903)의 영향이 과도하여 특히 주변부 B에서 방출된 전자빔의 경우 반대편으로의 편향이 일어남을 확인할 수 있다. 미설명 도면 부호 '901'은 캐소드, '906'는 아노드를 각각 나타낸 것이다.

<46> 도 5f 및 도 5g는 도 5e의 경우에서 나타나는 전자빔 편향 현상을 감소시키기 위하여 메쉬 게이트 판(1004 및 1104)의 구멍 내부에 형성된 보조 전극의 길이를 조절한 경우를 나타내고 있다. 도 5f의 경우에는 전체 구멍 높이의 절반에 해당하는 높이까지만 보조 전극(1003)을

위치시켰으며, 도 5g의 경우에는 전체 구멍 높이의 1/4 정도에 해당하는 높이까지 보조 전극(1103)을 위치시켰다. 그 결과, 도 5g의 경우에 중심부 A와 주변부 B에서 방출된 전자빔 모두가 중심쪽으로 잘 편향되어 방출되고 있는 형태를 보이고 있다. 이 결과로부터 구멍 내부에 배치하는 보조 전극(1003 및 1103)의 높이를 적절히 조절함으로써 방출된 전자빔의 편향을 방지하는 것이 가능함을 확인할 수 있다. 보조 전극(1003 및 1103)의 적절한 높이는 인가 전압의 레벨에 따라 달라질 것이다. 미설명 도면 부호 '1001 및 1101'은 캐소드, '1002 및 1102'는 메쉬 게이트 판 하부 전극, '1005 및 1105'는 게이트, '1006 및 1106'은 아노드, '1007 및 1107'은 등전위선을 각각 나타낸 것이다.

<47> 도 5h 및 도 5i는 메쉬 게이트 판(1203 및 1303)과 캐소드(1201 및 1301)의 위치 관계에 따른 전자빔의 형태를 나타낸 것이다. 이 경우 메쉬 게이트 판(1203 및 1303) 하부면에 낮은 전압 또는 접지 전압이 인가되는 보조 전극(1202 및 1302)이 배치되어 있기 때문에 보조 전극(1202 및 1302)의 높이에 따라서 전자가 방출되는 위치에서의 등전위선(1206 및 1306)의 형태가 달라지게 된다. 결과적으로, 도 5i의 경우가 도 5h의 경우에 비해 등전위선(1206 및 1306)이 아래로 볼록한 정도가 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 도 5i의 경우가 도 5h의 경우에 비해 전자빔의 집속도가 우수함을 확인할 수 있다. 보조 전극(1202 및 1302)과 캐소드(1201 및 1301) 사이의 간격을 두기 위해서 메쉬 게이트 판(1203 및 1303) 하부에 스페이서를 배치할 수 있다. 물론 이 경우에도 메쉬 게이트 판(1203 및 1303)의 구멍 측면에 보조 전극을 더 배치할 수 있다. 미설명 도면 부호 '1204 및 1304'는 게이트, '1205 및 1305'은 아노드, '1206 및 1306'은 등전위선을 각각 나타낸 것이다.

<48> 본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

<49> 예컨대, 전술한 실시예에서는 주로 삼극형 전계 방출 소자를 FED에 응용하는 경우를 일례로 들어 설명하였으나, 상부 전극의 변형을 통해 전자총, 증폭기 등에도 응용이 가능하다.

【발명의 효과】

<50> 전술한 본 발명은 탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 문제점으로 지적되는 누설 전류 문제를 완화시키고, 전자빔의 집속도를 개선하는 효과가 있다. 특히, 본 발명의 삼극형 전계 방출 소자를 전계 방출 디스플레이에 적용하는 경우, 탄소나노튜브 소재의 특징인 대면적화가 가능하면서 삼극형 소자의 특징인 낮은 구동 전압을 실현할 수 있으며, 누설 전류가 없어서 소비 전력을 최소화 할 수 있고, 전자빔의 집속도가 높기 때문에 동작 특성이 우수한 디스플레이를 구현할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

탄소나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자에 있어서,
절연성 기판 상에 제공되는 하부 전극;
상기 도전층 상에 제공되는 탄소나노튜브 혼합물 어레이;
상기 탄소나노튜브 혼합물 어레이의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하며, 상기 구멍 상단부의 크기가 하단부의 크기보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판;
상기 절연성 메쉬 게이트 판 상에 제공되는 추출 전극;
상기 추출 전극과 일정 간격만큼 이격되어 제공되는 상부 전극; 및
상기 추출 전극과 상기 상부 전극 사이에 제공되는 제1 스페이서를 구비하는 삼극형 전계 방출 소자.

【청구항 2】

제1항에 있어서,
상기 절연성 메쉬 게이트 판 하부에 제공되는 제1 보조 전극을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 삼극형 전계 방출 소자.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 절연성 메쉬 게이트 판의 상기 구멍 측면에 제공되는 제2 보조 전극을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 삼극형 전계 방출 소자.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 제2 보조 전극은 상기 상기 구멍의 하단부 일부에 제공되는 것을 특징으로 하는 삼극형 전계 방출 소자.

【청구항 5】

제3항에 있어서,

상기 제1 및 제2 보조 전극은 상기 하부 전극에 인가되는 전압과 동일한 전압을 인가 받는 것을 특징으로 하는 삼극형 전계 방출 소자.

【청구항 6】

제2항에 있어서,

상기 하부 전극과 상기 제1 보조 전극 사이를 이격시키기 위하여 상기 절연성 메쉬 게이트 판 하부에 제공되는 제2 스페이서를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 삼극형 전계 방출 소자.

【청구항 7】

전계 방출 디스플레이에 있어서,

절연성 기판;

상기 절연성 기판 상에 제공되는 하부 전극;

상기 도전층 상에 제공되는 탄소나노튜브 혼합물 어레이;

상기 탄소나노튜브 혼합물 어레이의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하며, 상기 구멍 상단부의 크기가 하단부의 크기보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판;

상기 절연성 메쉬 게이트 판 상에 제공되는 추출 전극;

상기 추출 전극과 일정 간격만큼 이격되어 제공되는 상부 전극;

상기 추출 전극과 상기 상부 전극 사이에 제공되는 스페이서;

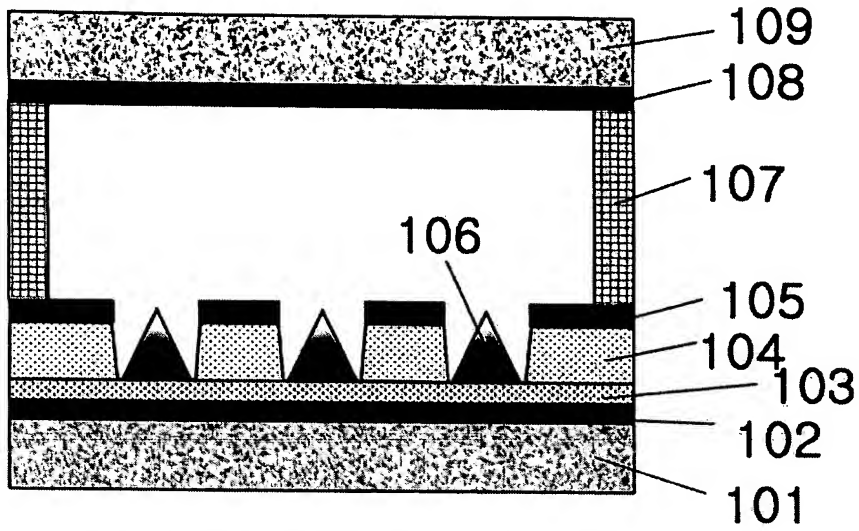
상기 상부 전극 표면에 제공되는 형광 물질; 및

상기 상부 전극 상부에 제공되는 투명 기판

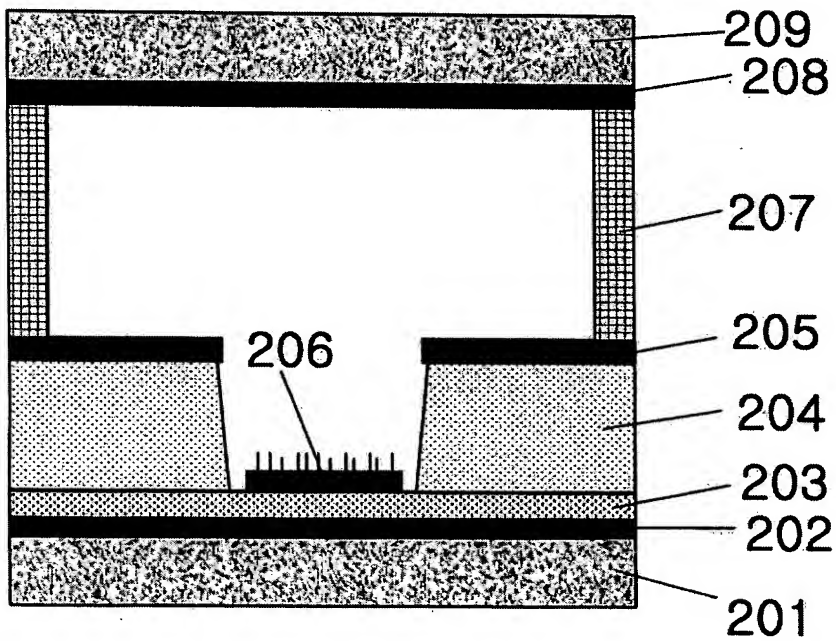
을 구비하는 전계 방출 디스플레이.

【도면】

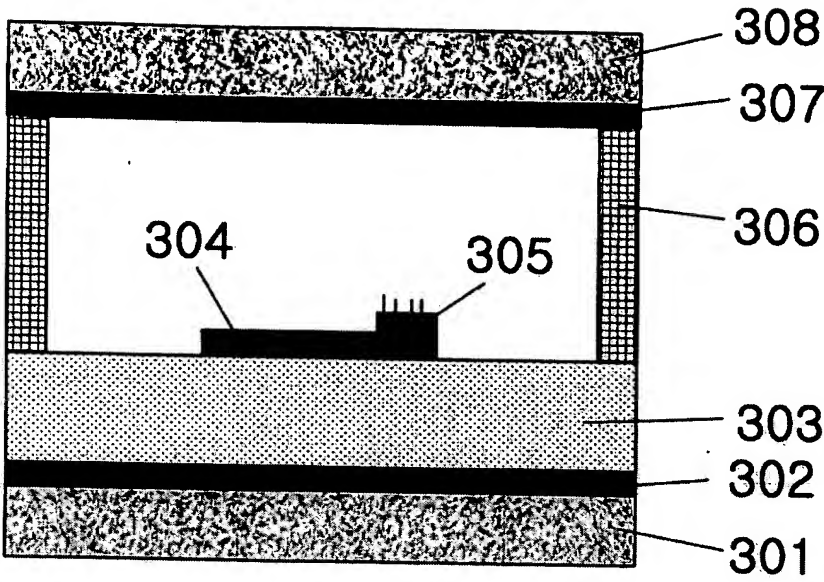
【도 1】



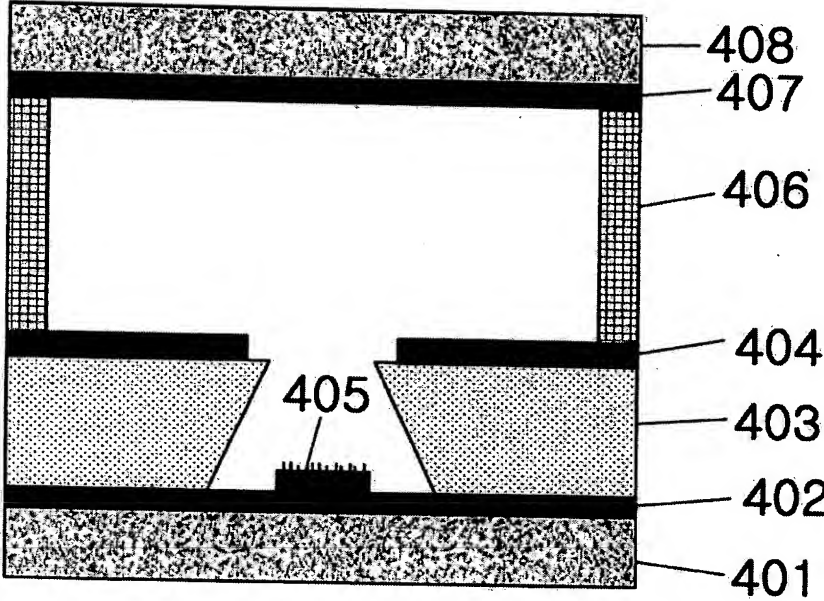
【도 2】



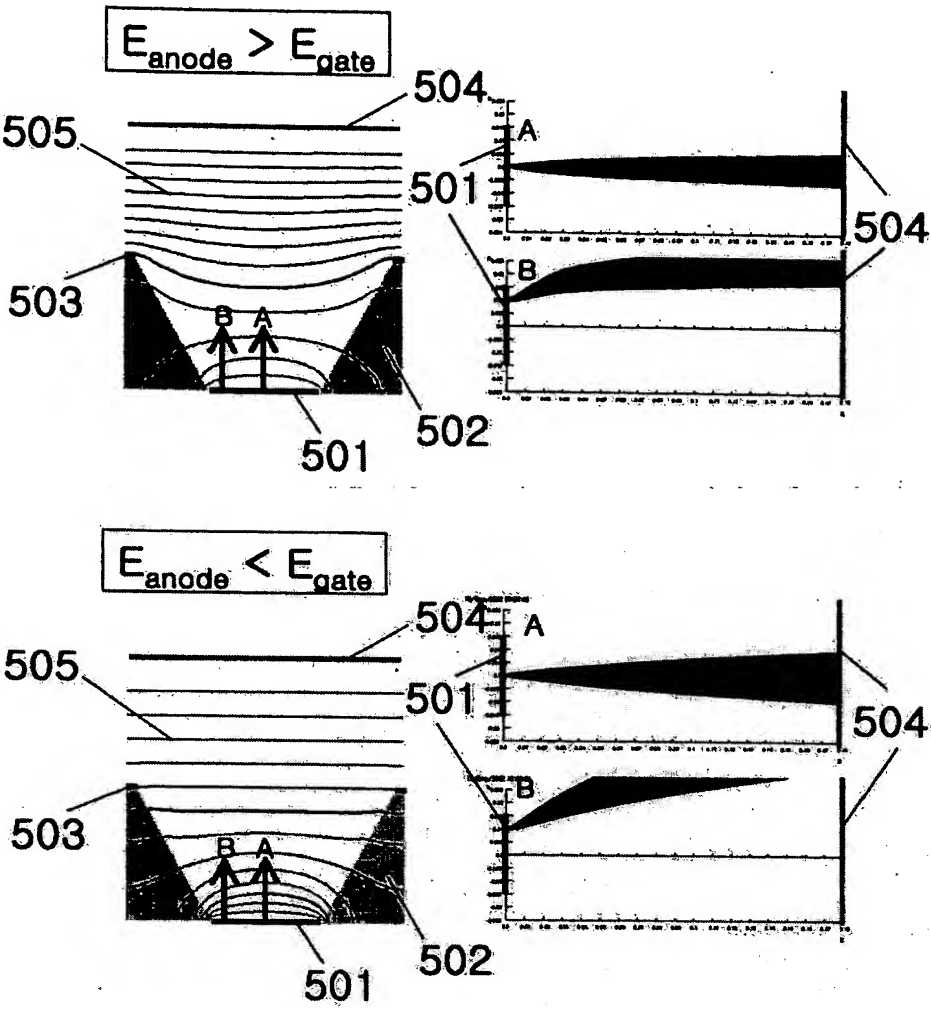
【도 3】



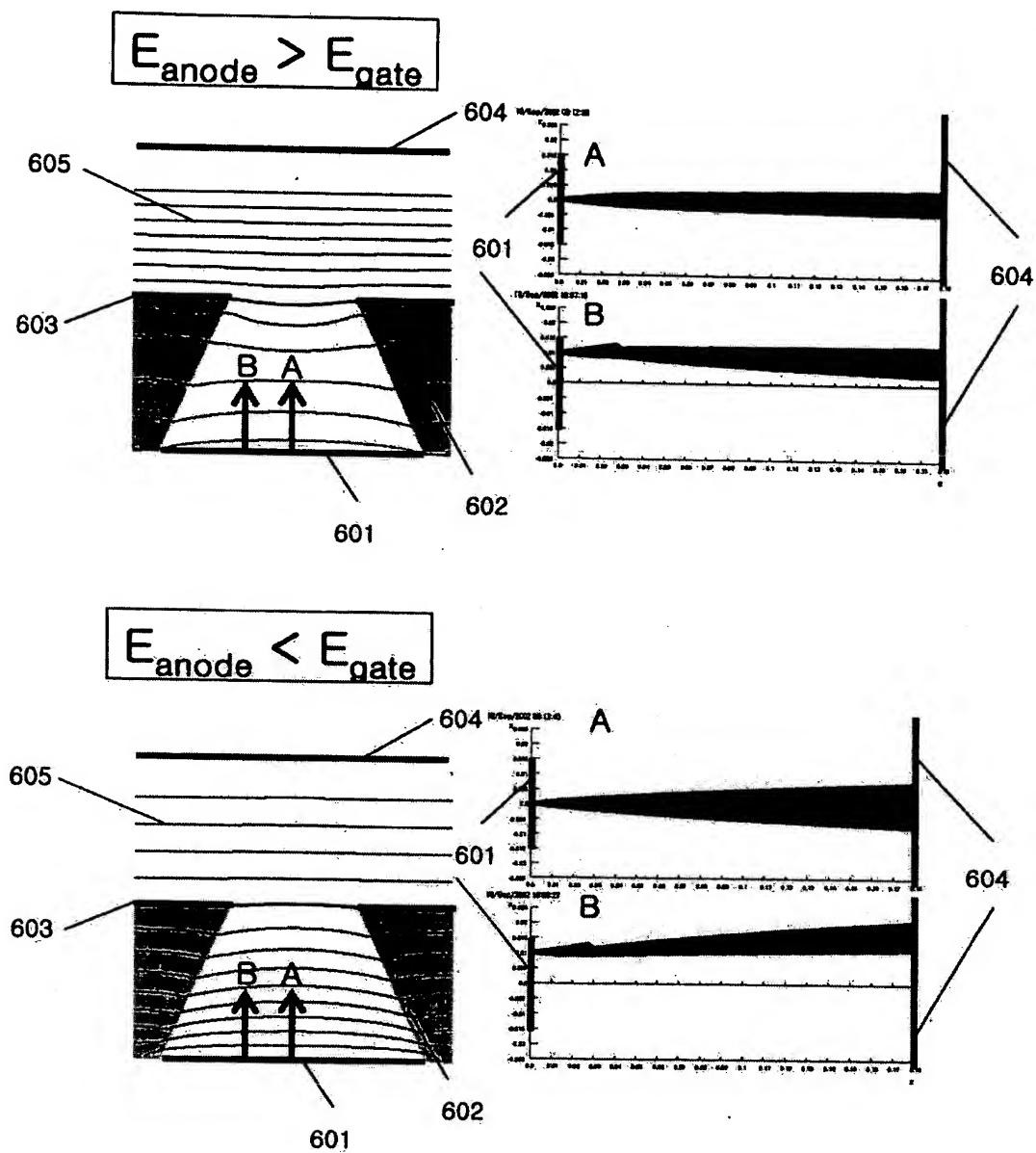
【도 4】



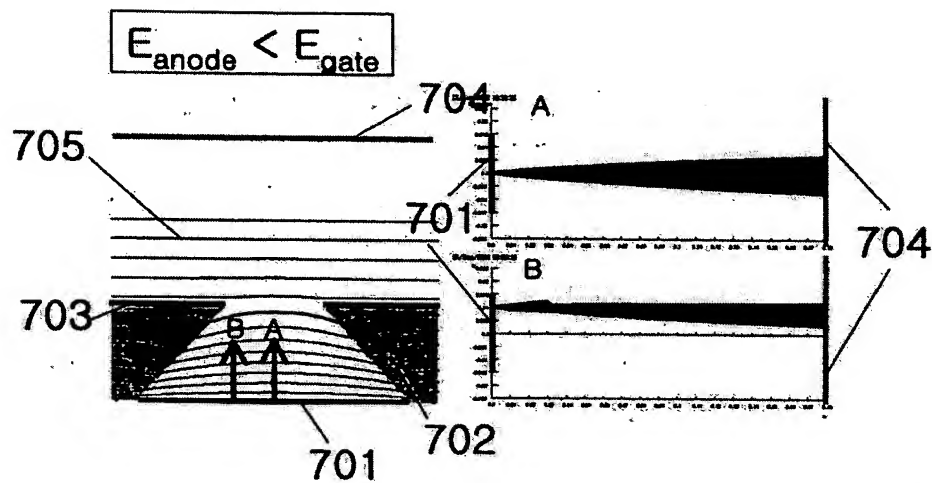
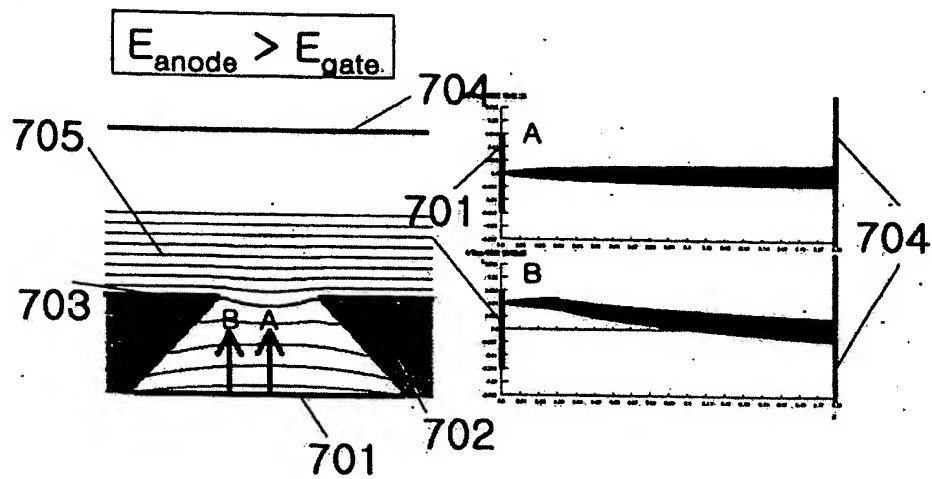
【도 5a】



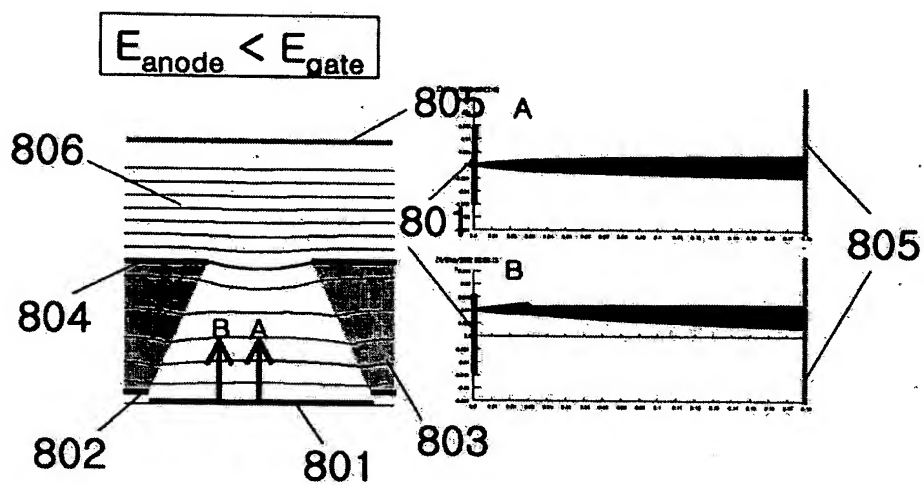
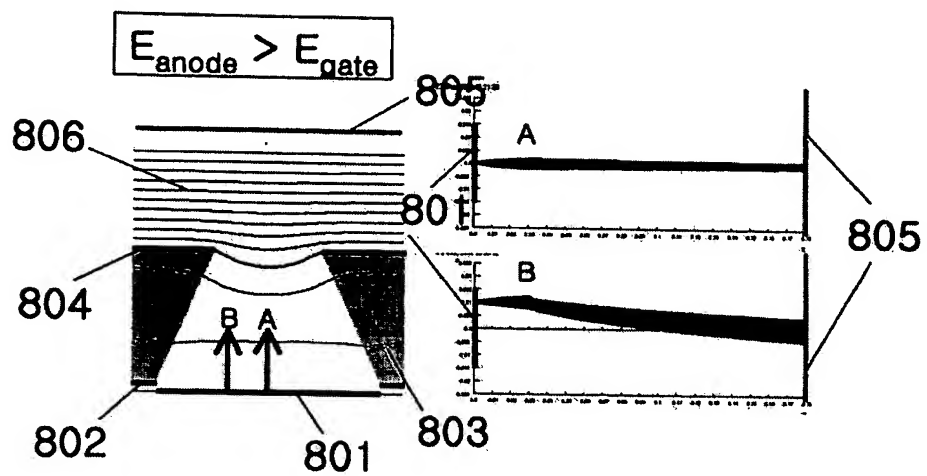
【도 5b】



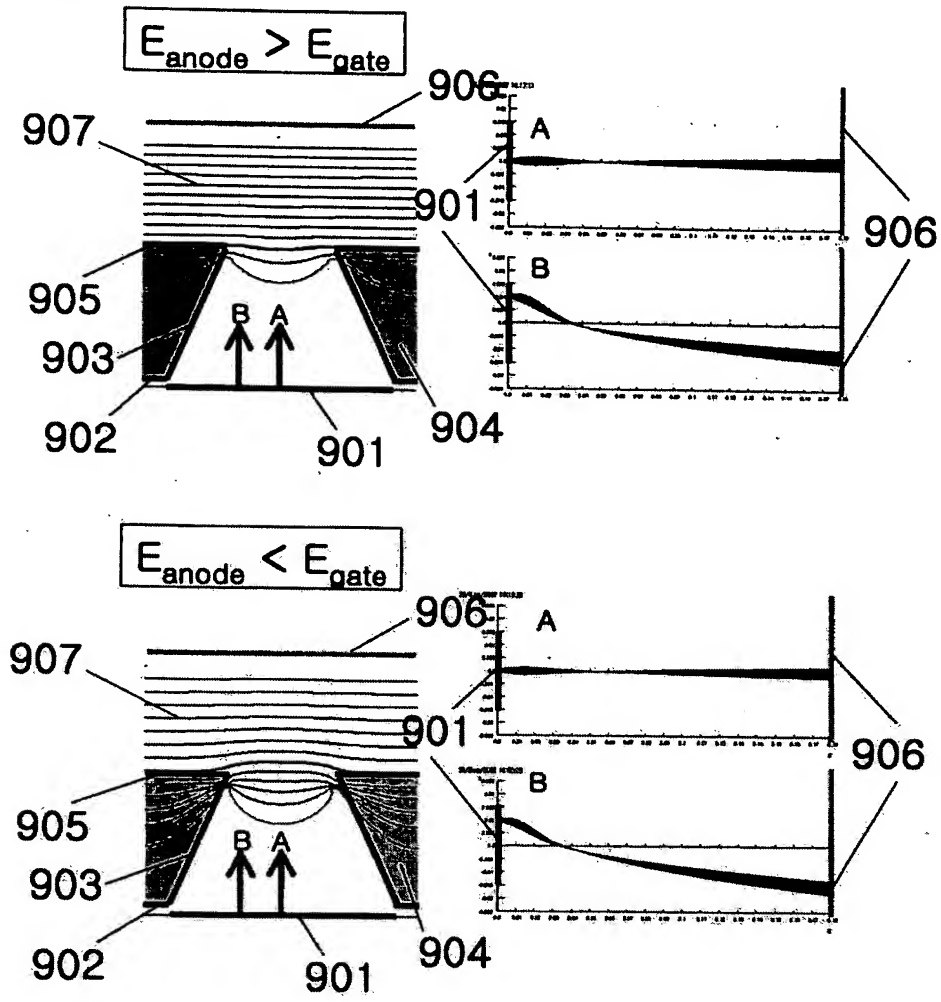
【도 5c】



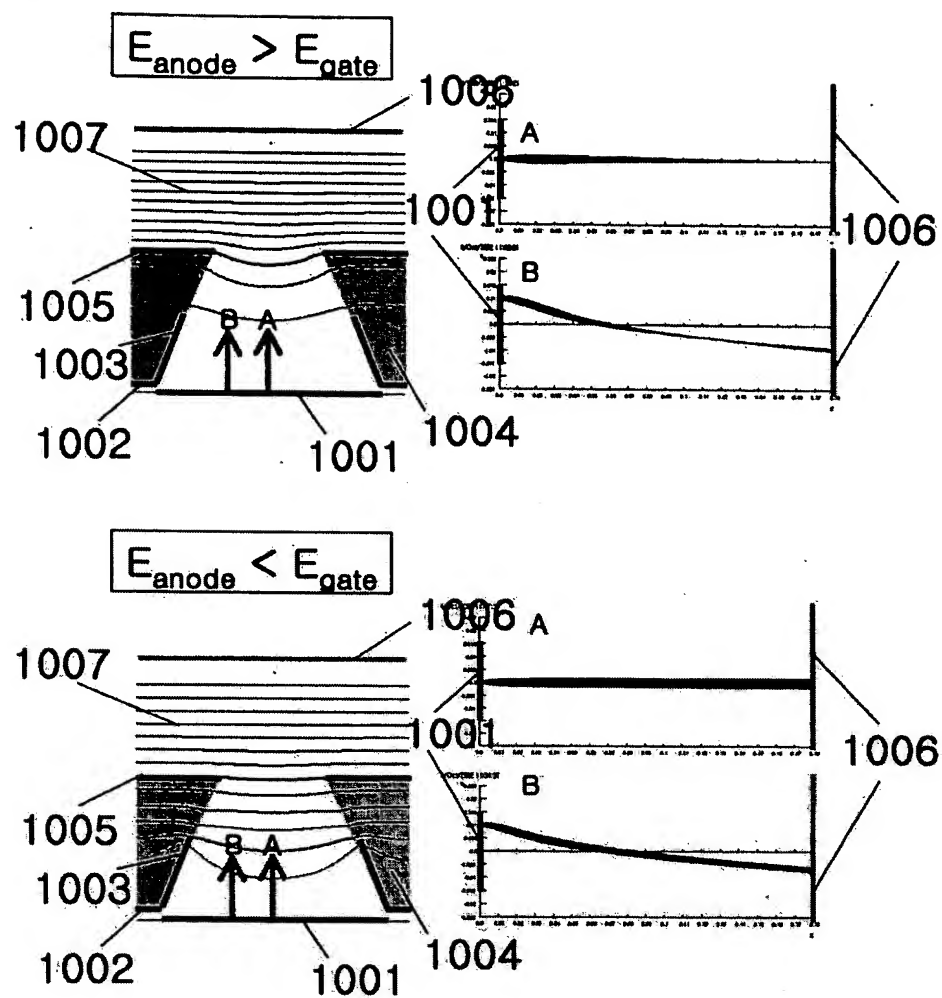
【도 5d】



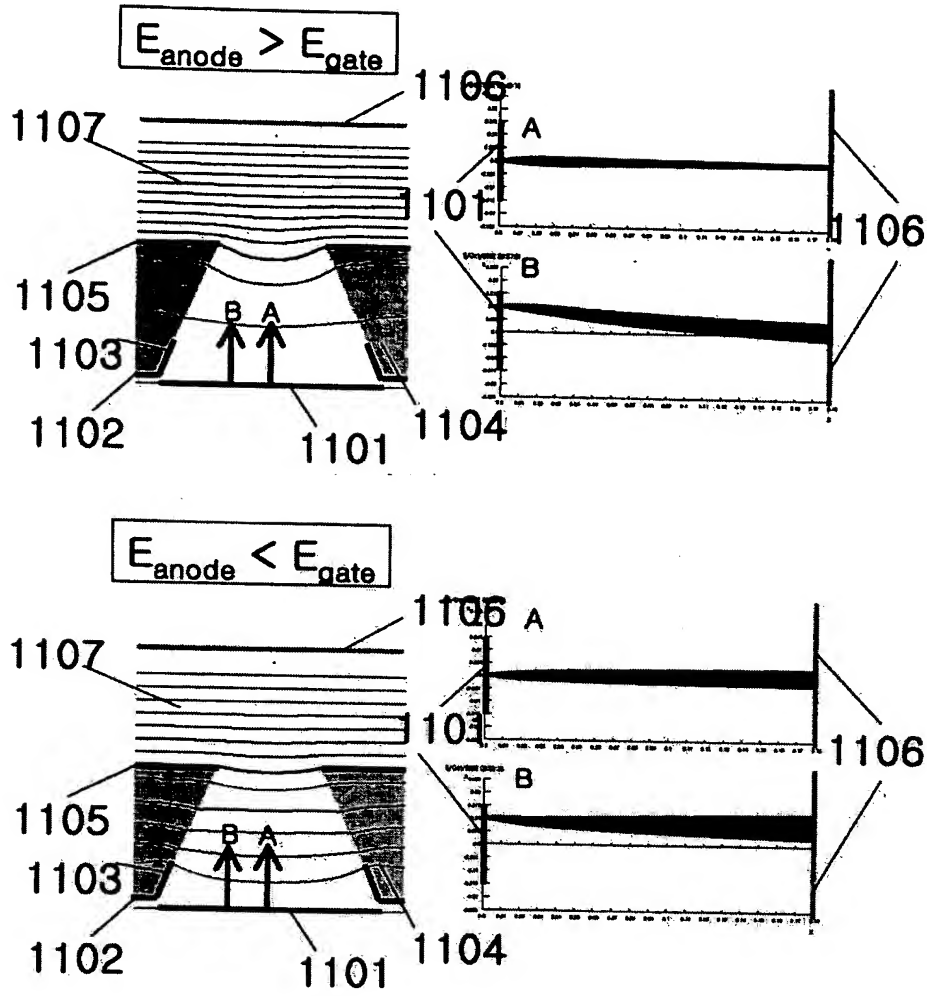
【도 5e】



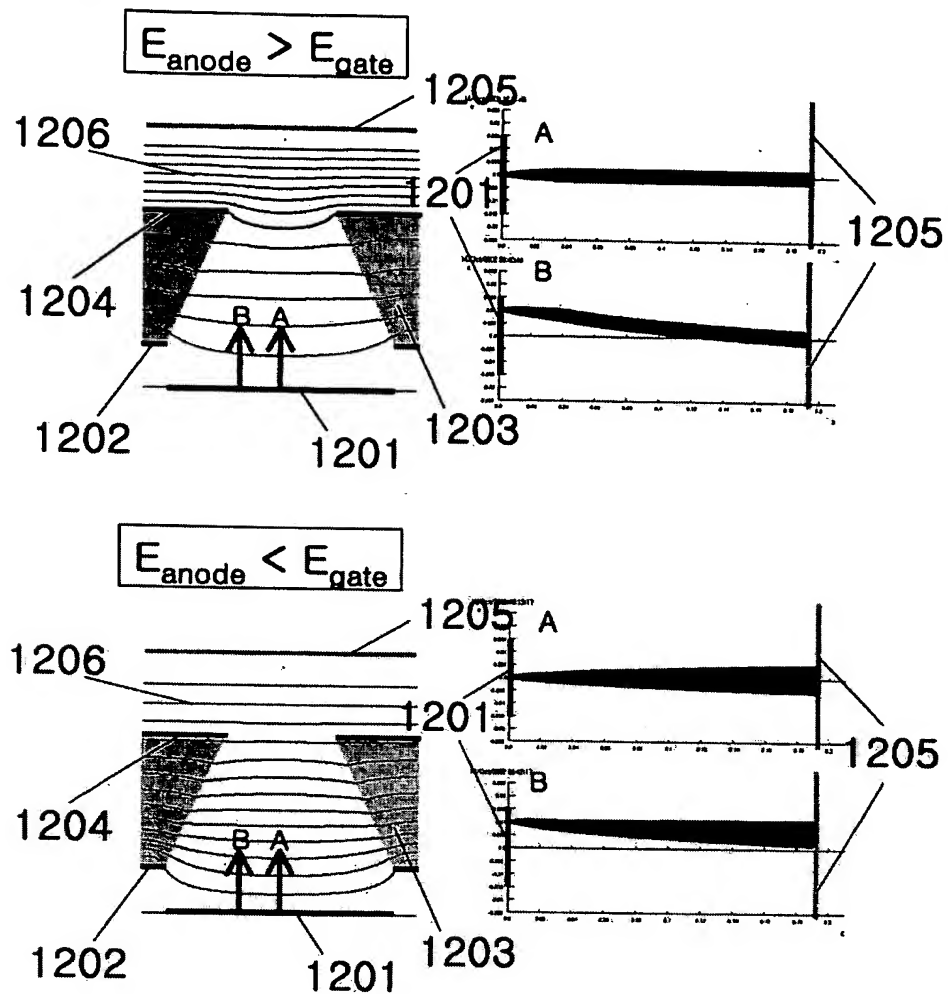
【도 5f】



【도 5g】



【도 5h】



【도 5i】

